

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-103867

(43) 公開日 平成8年(1996)4月23日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 9/04	Q	8315-4E		
	N	8315-4E		
9/00	5 0 1 H	8315-4E		
31/00	B			
35/30	3 4 0 L			
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願平6-260976	(71) 出願人	000004123 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
(22) 出願日	平成6年(1994)10月3日	(71) 出願人	000003713 大同特殊鋼株式会社 愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号
		(72) 発明者	尾山 元昭 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72) 発明者	柚木 実 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 荒崎 勝美 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラー用溶接クラッド鋼管の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れた低廉なボイラー用クラッド鋼管を製造すること。

【構成】 鋼管を素管とし、耐食又は耐熱合金を肉盛溶接してクラッド鋼管を作製し、その後このクラッド鋼管を冷間加工又は温間加工し、更に再結晶熱処理をする耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れたボイラー用クラッド鋼管の製造方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼管を素管とし、耐食又は耐熱合金を肉盛溶接してクラッド鋼管を作製し、その後このクラッド鋼管を冷間加工又は温間加工し、さらに再結晶温度以上で熱処理をすることを特徴とする耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れたボイラー用溶接クラッド鋼管の製造方法。

【請求項2】 耐食又は耐熱合金がNi-Cr-Mo系合金であることを特徴とする請求項1記載の耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れたボイラー用溶接クラッド鋼管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、廃棄物の焼却熱を利用する発電用ボイラーの伝熱管及び製紙工業における黒液回収ボイラーの伝熱管として好適な耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れた長尺の溶接クラッド鋼管の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、エネルギー資源を有効に利用するために、可燃性の産業廃棄物、都市ごみなどの焼却廃熱を発電に利用するようになってきた。この発電に使用するボイラーの伝熱管はJIS STB 340又はSTBA 24の鋼で製造されているが、燃焼排ガスには塩化物系や硫化物系の極めて腐食性の強いガス及び付着灰に含まれている溶融塩類による腐食問題があり、蒸気温度を300℃以下に抑えざるを得ず、発電効率は最大15%程度に過ぎなかった。このため蒸気温度を500℃以上にすることによって30%の発電効率を目指す研究開発が進められてきた。この蒸気温度を500℃以上にする発電用ボイラーの伝熱管の材料として、JIS STB 340やSTBA 24より耐高温腐食性が格段に優れたNi基合金、例えば、Alloy 625: 22Cr-62Ni-9Moを使用することが提案されている。さらに、低コスト化のため現用鋼管材の外周面に耐高温腐食性の優れたNi基合金等を粉体溶射でコーティングする方法及び現用鋼管材の外周面に耐高温腐食性の優れたNi基合金等をプラズマ粉体肉盛溶接法で肉盛をする方法が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、発電用ボイラーの伝熱管の材料のとして耐高温腐食性の優れたNi基合金、例えば、Alloy 625を使用する方法は、Ni基合金が高価であるという問題があり、また現用鋼管材の外周面に耐高温腐食性の優れたNi基合金等を粉体溶射でコーティングする方法は、肉盛膜厚、接合強度、マイクロボイドによる耐食性の低下等の問題がある。また、鋼管材の外周面に耐高温腐食性の優れたNi基合金等をプラズマ粉体肉盛溶接法で肉盛をする方法は、肉盛膜厚、接合強度及び耐高温腐食性は問題ないが、肉厚寸

法精度に難点があり、且つ長尺鋼管を製作するのに大型の溶接機が必要であり、そのために多大な費用を要するという問題点がある。また、溶接肉盛のままでは鋼管の表面粗さが大きいため非破壊検査精度が劣るという問題点がある。さらに、製紙工業における黒液回収ボイラーの伝熱管用にも耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れた低廉な鋼管が望まれていたが、適当なものがなかった。本発明は、大型の溶接機を使用することなく、耐高温腐食性、曲げ加工性、寸法精度、及び非破壊検査精度の優れた低廉な長尺のボイラー用溶接クラッド鋼管の製造方法を提供することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明においては、炭素鋼、合金鋼、ステンレス鋼、耐熱鋼等の鋼管を素管とし、耐食又は耐熱合金を肉盛溶接してクラッド鋼管（複合鋼管）を作製し、その後このクラッド鋼管を圧延、引抜きなどの冷間加工又は温間加工し、さらに再結晶温度以上で熱処理をすることにより、外層面は熱間製管された、若しくは熱間製管後冷間仕上げされたNi基耐食合金と同等の耐高温腐食性、曲げ加工性を有する肉厚寸法精度の優れた長尺のボイラー用クラッド鋼管を製造することである。

【0005】上記方法をさらに説明すると、上記Ni-Cr-Mo系合金は次のようなものである。

(1) 重量%で、C ≤ 0.1%, Si ≤ 3.0%, Mn ≤ 3.0%, Cr: 15.0~35.0%, Mo: 1.0~20.0%、但しCr+Mo=20.0~50.0%、残部は実質的にNiとした合金で、好ましくはC ≤ 0.05%とする合金。

(2) この合金に冷間加工性を低下しない範囲でW ≤ 4.0%, Nb ≤ 4.0%, Ta ≤ 4.0%, V ≤ 4.0%, Ti ≤ 2.0%, Zr ≤ 1.0%, Al ≤ 1.0%, Co ≤ 3.0%, Cu ≤ 2.0%, B ≤ 0.005%, Mg ≤ 0.1%, Ca ≤ 0.1%, Y又は希土類元素 ≤ 0.1%及びN ≤ 0.1%の1種又は2種以上含有した合金。

(3) これらの合金で溶接性を低下させないために、S ≤ 0.02%, P ≤ 0.02%及びO ≤ 0.05%にした合金である。

【0006】素管は、これに限定されるわけではないが、次のようなものが好ましい。炭素鋼の場合には、JIS G 3461のボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管用の鋼種であるSTB 340、410及び510である。合金鋼の場合には、JIS G 3462のボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管用の鋼種であるSTBA 12、13、20、22、23、24、25及び26である。またステンレス鋼の場合には、JIS G 3463のボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管用の鋼種であるSUS (304、309、310、316、317、321、347、XM 15J1、329J1、329JL、405、409、

410、410Ti、430、444)TB、SUS(304、316、321、347)HTB、SUS(304、316、317)LTBである。耐熱鋼の場合には、HCMV、F-1、AN15、AN31、15-15N、17-14CuMo、Esshete1250、18-8TiNbなどである。肉盛溶接は、これに限定されるわけではないが、プラズマ粉体肉盛溶接法又はホットワイヤティグ溶接法(HOT-TIG法)が好ましい。熱処理は、結晶粒を微細化し、冷間曲げ加工性及び耐高温腐食性を高めるため以下の処理が必要である。すなわち、冷間又は温間圧延、若しくは引抜き後、

1)クラッド鋼管外周部のNi-Cr-Mo基系合金等の耐食又は耐熱合金の固溶体熱処理として、1100℃以上で所定の時間加熱し、再結晶させる。

2)次いで、クラッド鋼管内周部の材料に合わせて熱処理をし、再結晶させる。例えば、炭素鋼及び低合金鋼はJISで定めた所定の熱処理を実施してもよい。こうして、クラッド鋼管の外周部及び内周部とも再結晶した望ましいミクロ組織が得られるのである。

#### 【0007】

【作用】本発明において、圧延、引抜きなどの冷間加工又は温間加工をした後熱処理をするのは、クラッド鋼管を長尺にすると共に、結晶粒を再結晶、微細化して冷間曲げ加工性を高めるためである。また同時にクラッド鋼管の肉厚を均等にし、寸法精度を向上させるためである。さらに本発明において、熱間加工をしないで冷間又は温間加工するのは、熱間加工をすると、母材と肉盛層の高温強度が異なるために、①両者は均一に加工されず、また②疵を発生するためである。冷間又は温間加工はそのようなことが少ないからである。このため加工温度は400℃以下が望ましい。また、本発明において、肉盛溶接法として、プラズマ粉体肉盛溶接法が好ましいのは、プラズマ粉体肉盛溶接法が肉盛金属の素管(母材)への溶込みが少ないこと、2種類以上の粉体を混合して使用することができ、複合材料が容易に得られること、ワイヤ又はロッドの形に成形できない硬化合金を粉体として使用し、自動溶接を行うことができることなどからである。また肉盛溶接法としてホットワイヤティグ溶接法が好ましいのは、不活性ガス雰囲気中で溶接され、またアークがソフトで安定しているために、溶接部が高品質であり、溶加棒の挿入仕方により、素管(母材)の希釈の少ない良好な結果が得られ、さらに溶接速度が早いからである。

#### 【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

#### 実施例1

直径55.6mm、肉厚7.3mmのSTB340の素管にAlloyC-276(0.007%C、15.0%Cr、69.0%Ni、15.5%Mo)をプラズマ粉体肉盛溶接法により片肉22mmの肉盛溶接し、その

後加工度56%で冷間圧延し、1150℃の固溶化熱処理後910℃の焼準して直径38.1mm、肉厚6.6mm(AlloyC-276の肉厚1.5mm)、長さ6000mmのクラッド鋼管を得た。その結果を表1の試料番号1に示す。なお、表1の冷間曲げ加工試験は曲げ半径:76R、曲げ角度:180度、室温で実施した。

#### 【0009】実施例2及び3

肉盛合金をAlloy625(0.01%C、22%Cr、62%Ni、9%Mo、3.6%Nb)及びAlloy825(0.01%C、21%Cr、40%Ni、3%Mo)にしたこと以外は、実施例1と同じ条件で実施した。その結果を表1の試料番号2と3に示す。

#### 実施例4

実施例1と同じ寸法のSTBA24の素管にAlloyC-276を肉盛し、同様に冷間圧延後1150℃の固溶化熱処理をし、930℃の焼準→740℃の焼きもどし熱処理を実施した。その結果を表1の試料番号4に示す。

#### 20 実施例5

実施例1と同じ寸法のSUS304の素管にAlloyC-276を肉盛し、同様に冷間圧延後1150℃の固溶化熱処理を実施した。その結果を表1の試料番号4に示す。

#### 【0010】比較例1

1050℃の固溶化熱処理をし、910℃の焼準をしたこと以外は、実施例1と同じ条件で実施した。その結果を表1の試料番号6に示す。外層のC-276部の再結晶が不十分なため、十分軟化されず、クラックが発生して冷間曲げ加工性は不良であった。

#### 比較例2及び3

1050℃の固溶化熱処理をし、910℃の焼準をしたこと以外は、実施例2及び3と同じ条件で実施した。その結果を表1の試料番号7及び8に示す。比較例1と同様に冷間曲げ加工性は不良であった。

#### 比較例4

1050℃の固溶化熱処理をし、930℃の焼準→740℃の焼きもどし熱処理を実施しこと以外は、実施例4と同じ条件で実施した。その結果を表1の試料番号9に示す。比較例1と同様に冷間曲げ加工性は不良であった。

#### 【0011】比較例5

1050℃の固溶化熱処理を実施したこと以外は、実施例5と同じ条件で実施した。その結果を表1の試料番号10に示す。比較例1と同様に冷間曲げ加工性は不良であった。

#### 比較例6～9

炭素鋼、合金鋼及びステンレス鋼の各素管にAlloyC-276及びAlloy825をプラズマ粉体肉盛溶接し、3000mmのクラッド鋼管した。溶接肉盛後、

比較例7の合金鋼のクラッド鋼管は溶接部が焼入硬化しているため、930℃の焼準→740℃の焼きもどし熱処理を実施した。これ以外の比較例は、溶接肉盛のままである。いずれのものも冷間曲加工性は良好であるが、短尺クラッド鋼管にもかかわらず、クラッド鋼管の肉厚寸法精度は悪い。

【0012】表1

【0013】図1は、試料番号1のクラッド鋼管400倍に拡大した顕微鏡写真であり、(a)は外層の耐食合金部を示し、(b)は内層の炭素鋼部を示している。図2は、試料番号6のクラッド鋼管400倍に拡大した顕微鏡写真であり、(a)は外層の耐食合金部を示し、(b)は内層の炭素鋼部を示している。図1の試料番号1の顕微鏡組織は、1150℃の固溶化熱処理と910℃の焼準処理により、外層の耐食合金部および内層の炭素鋼部とも再結晶した微細なマイクロ組織になっている。図2の試料番号6の顕微鏡組織は、内層の炭素鋼部は910℃の焼準処理により再結晶した微細なマイクロ組織になっている。一方外層の耐食合金部1050℃の固溶化熱処理では再結晶が不十分で、溶接+冷間加工硬化組織となっている。

【0014】本発明は、上記以外の点においても実施例に限定されことなく、要旨を変更しない範囲において種々の変更をすることが出来ることはもちろんである。

【0015】

【本発明の効果】本発明は、鋼管を素管とし、耐食又は耐熱合金を肉盛溶接してクラッド鋼管を作製し、その後このクラッド鋼管を冷間加工又は温間加工し、さらに熱処理をしてクラッド鋼管を製造しているので、次のような優れた効果を奏する。

(1) 耐高温腐食性及び曲げ加工性の優れた長尺のクラッド鋼管を低廉に製造することができる。

(2) 大型の溶接機を使用することなく長尺のクラッド鋼管を製造することができる。

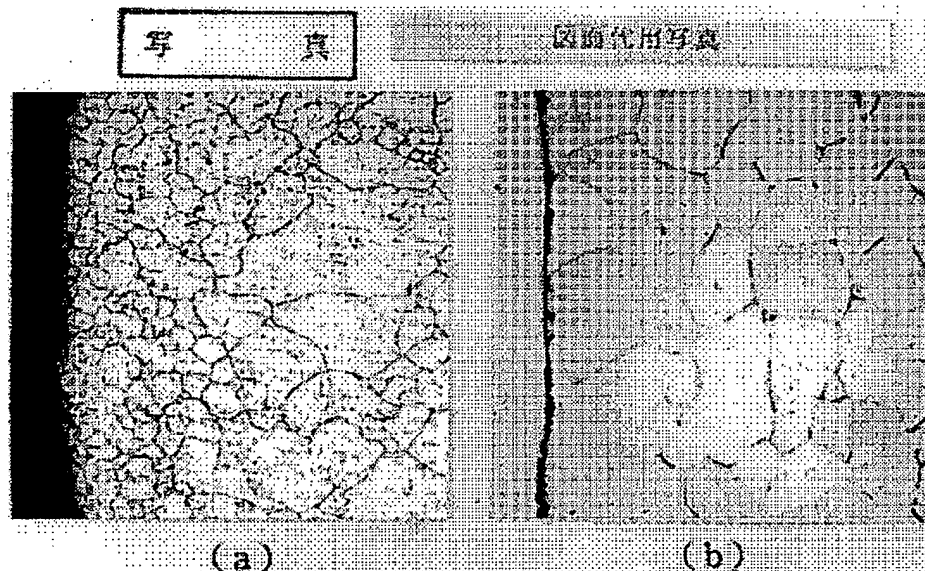
(3) 熱間製管材に比べ、寸法精度及び表面粗度が向上し、高精度の非破壊検査を適用可能となる。

【図面の簡単な説明】

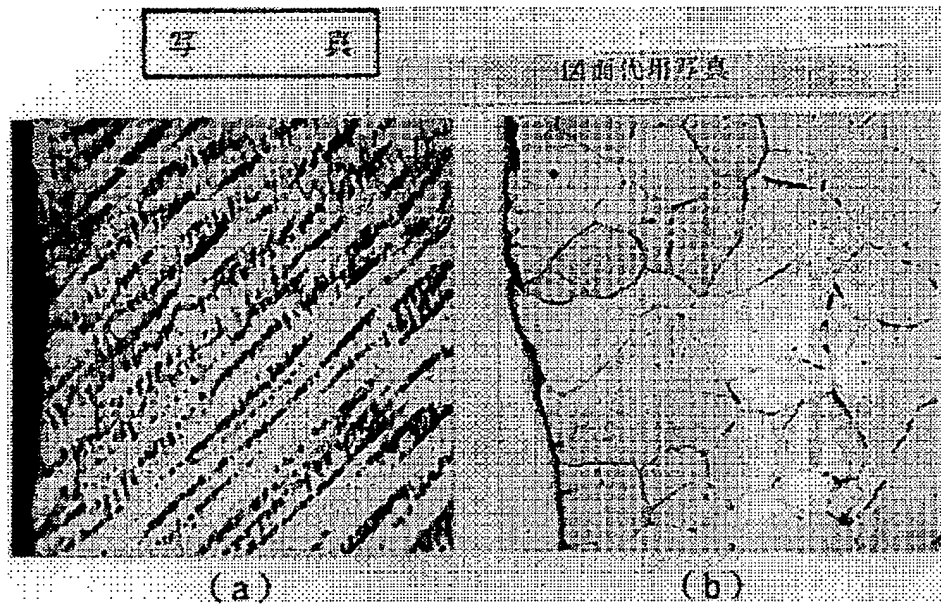
【図1】本発明の方法で製造したクラッド鋼管の金属組織を示す顕微鏡写真である。

【図2】比較例の方法で製造したクラッド鋼管の金属組織を示す顕微鏡写真である。

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成7年2月2日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】比較例5

1050℃の固溶化熱処理を実施したこと以外は、実施例5と同じ条件で実施した。その結果を表1の試料番号10に示す。比較例1と同様に冷間曲げ加工性は不良であった。

比較例6～9

炭素鋼、合金鋼及びステンレス鋼の各素管にAlloy C-276及びAlloy 825をプラズマ粉体肉盛熔接し、3000mmのクラッド鋼管した。溶接肉盛後、

比較例7の合金鋼のクラッド鋼管は溶接部が焼入硬化しているため、930℃の焼準→740℃の焼きもどし熱処理を実施した。これ以外の比較例は、溶接肉盛のままである。いずれのものも冷間曲加工性は良好であるが、短尺クラッド鋼管にもかかわらず、クラッド鋼管の肉厚寸法精度は悪い。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】

【表1】

	試料 番号	素管 材 料	溶接内径 材 料	冷間又は 温間圧延 の有無	クラッド鋼管 長 さ	熱 処 理	クラッド 鋼管の内径 寸法精度	冷間曲げ 加工性
本 発 明 実 施 例	1	炭 素 鋼 STB340	Alloy C-276	有	6000mm	1150℃固溶化 910℃焼準	+0.3 - 0	良
	2	"	Alloy 625	"	"	"	"	"
	3	"	Alloy 825	"	"	"	"	"
	4	合 金 鋼 STBA24	Alloy C-276	"	"	1150℃固溶化 930℃焼準 740℃焼戻し	"	"
	5	ステンレス SUS304	"	"	"	1150℃固溶化	"	"
比 較 例	6	炭 素 鋼 STB340	Alloy C-276	"	"	1050℃固溶化 910℃焼準	"	不 良
	7	"	Alloy 625	"	"	"	"	"
	8	"	Alloy 825	"	"	"	"	"
	9	合 金 鋼 STBA24	Alloy C-276	"	"	1050℃固溶化 930℃焼準 740℃焼戻し	"	"
	10	ステンレス SUS304	"	"	"	1050℃固溶化	"	"
	11	炭 素 鋼 STB340	"	無	3000mm	—	+0.8 - 0	良
	12	合 金 鋼 STBA24	"	"	"	930℃焼準 740℃焼戻し	"	"
	13	ステンレス SUS304	"	"	"	—	"	"
	14	"	Alloy 825	"	"	—	"	"

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

C21D 9/08

識別記号

庁内整理番号

E

F I

技術表示箇所

(72)発明者 寺井 和人

東京都北区神谷2-35-4

(72)発明者 竹内 宥公

愛知県名古屋市長区鳴海宇姥子山28-25

(72)発明者 早川 均

愛知県東海市富木島町伏見2-13-6

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture approach of welding clad steel tubing of the long pipe which was excellent in high-temperature-corrosion-proof nature suitable as the heat exchanger tube of the boiler for a generation of electrical energy using the incineration heat of trash, and a heat exchanger tube of the black liquor recovery boiler in pulp and paper industry, and bending nature.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to use an energy resource effectively in recent years, it has come to use incineration waste heat, such as inflammable industrial waste and a municipal solid waste, for a generation of electrical energy. Although the heat exchanger tube of the boiler used for this generation of electrical energy was manufactured with the steel of JISSTB340 or STBA24, extremely, there was a corrosion problem by the fused salt contained in the combustion gas at the powerful corrosive gas and adhesion ashes of a chloride system or a sulfide system, and a prevention colander was not obtained for steam temperature at 300 degrees C or less, but generation efficiency was only about a maximum of 15%. For this reason, the researches and developments which aim at 30% of generation efficiency have been furthered by making steam temperature into 500 degrees C or more. using nickel radical alloy which high-temperature-corrosion-proof nature was markedly alike, and was superior to JISSTB340 or STBA24 as an ingredient of the heat exchanger tube of the boiler for a generation of electrical energy which makes this steam temperature 500 degrees C or more, for example, Alloy625:22Cr-62nickel-9Mo, is proposed. furthermore, a low-cost-izing sake -- present -- business -- the approach of coating with fine-particles thermal spraying nickel radical alloy which excelled [ peripheral face / of steel pipe material ] in high-temperature-corrosion-proof nature -- and -- present -- business -- the approach of carrying out a building-up by the plasma fine-particles build-up welding method is proposed in nickel radical alloy which excelled [ peripheral face / of steel pipe material ] in high-temperature-corrosion-proof nature.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the problem that nickel radical alloy which was excellent in high-temperature-corrosion-proof nature as that of the ingredient of the heat exchanger tube of the boiler for a generation of electrical energy, for example, the approach of using Alloy625, has expensive nickel radical alloy -- it is -- moreover -- present -- business -- the approach of coating with fine-particles thermal spraying nickel radical alloy which excelled [ peripheral face / of steel pipe material ] in high-temperature-corrosion-proof nature has problems, such as corrosion resistance lowering by building-up thickness, bonding strength, and the micro void. Moreover, there is a trouble of taking costs with a large-sized welder great required therefore for a difficulty to be in thick dimensional accuracy, and to manufacture a long steel pipe although the approach of carrying out a building-up for nickel radical alloy which excelled [ peripheral face / of steel pipe material ] in high-temperature-corrosion-proof nature by the plasma fine-particles build-up welding method of building-up thickness, bonding strength, and high-temperature-corrosion-proof nature is satisfactory. Moreover, with welded

overlay, since the surface roughness of a steel pipe is large, there is a trouble that nondestructive inspection precision is inferior. Furthermore, although a cheap steel pipe which excelled [ heat exchanger tubes / of the black liquor recovery boiler in pulp and paper industry ] in high-temperature-corrosion-proof nature and bending nature was desired, there was no suitable thing. This invention aims at offering the manufacture approach of welding clad steel tubing for boilers of the cheap long picture which was excellent in high-temperature-corrosion-proof nature, bending nature, dimensional accuracy, and nondestructive inspection precision, without using a large-sized welder.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, it sets to this invention. Make steel pipes, such as carbon steel, alloy steel, stainless steel, and heat-resisting steel, into an element tube, carry out build-up welding of anticorrosion or the heat-resistant alloy, and clad steel tubing (composite-steel tubing) is produced. After that this clad steel tubing cold working of rolling, drawing, etc., or by carrying out warm working and heat-treating further above recrystallizing temperature An outer layer side is manufacturing clad steel tubing for boilers of the long picture which was excellent in the thick dimensional accuracy which was manufactured between heat or has high-temperature-corrosion-proof nature equivalent to nickel radical anticorrosion alloy by which the after [ tube manufacturing between heat ] cold finished was carried out, and bending nature.

[0005] When the above-mentioned approach is explained further, the above-mentioned nickel-Cr-Mo system alloy is as follows.

(1) weight % --  $C \leq 0.1\%$ ,  $Si \leq 3.0\%$ , and  $Mn \leq 3.0\%$ ,  $Cr: 15.0-35.0\%$ , and  $Mo: 1.0-20.0\%$  However, alloy which the remainder is the alloy substantially set to nickel, and is preferably made into  $C \leq 0.05\%$   $Cr+Mo=20.0-50.0\%$ .

(2) the range which does not fall cold-working nature to this alloy --  $W \leq 4.0\%$  and  $Nb \leq 4.0\%$ ,  $Ta \leq 4.0\%$ ,  $V \leq 4.0\%$ ,  $Ti \leq 2.0\%$ ,  $Zr \leq 1.0\%$ , aluminum  $\leq 1.0\%$ , and  $Co \leq 3.0\%$ ,  $Cu \leq 2.0\%$ ,  $B \leq 0.005\%$ ,  $Mg \leq 0.1\%$ , calcium  $\leq 0.1\%$ , Y or rare-earth-elements  $\leq 0.1\%$ , and  $N \leq 0.1\%$  of one sort or the alloy contained two or more sorts

(3) In order not to reduce weldability with these alloys, it is the alloy made  $S \leq 0.02\%$ ,  $P \leq 0.02\%$ , and  $O \leq 0.05\%$ .

[0006] Although an element tube is not necessarily limited to this, its following is desirable. They are STBs 340, 410, and 510 which are the steel types a boiler and for the carbon steel steel pipes for heat exchangers of JISG3461 in the case of carbon steel. It is STBA 12, 13, 20, 22, 23, 24, 25, and 26 which is a steel type a boiler and for the alloy steel steel pipes for heat exchangers of JISG3462 in the case of alloy steel. Moreover, they are SUS(430 304, 309, 310, 316, 317, 321, 347, XM15J1, 329JI, 329JL, 405, 409 and 410, 410Ti, 444) TB which is a steel type a boiler and for the stainless steel steel pipes for heat exchangers of JISG3463 in the case of stainless steel, SUS(304, 316, 321, 347) HTB, and SUS(304, 316, 317) LTB. In the case of heat-resisting steel, they are HCMV, F-1, AN15 and AN31, 15-15 Ns, 17 - 14CuMo(es), Esshete1250, 18 - 8TiNb(s), etc. Although build-up welding is not necessarily limited to this, a plasma fine-particles build-up welding method or its hot-wire TIG arc welding process (HOT-TIG law) is desirable. Heat treatment needs the following processings, in order to make crystal grain detailed and to raise cold bending nature and high-temperature-corrosion-proof nature. That is, predetermined carries out time amount heating and it is made to recrystallize above 1100 degrees C between the colds or after warm rolling or drawing as solid-solution heat treatment of anticorrosion, such as a nickel-Cr-Mo radical system alloy of 1 clad steel tubing periphery section, or a heat-resistant alloy.

2) Subsequently, make it heat-treat and recrystallize according to the ingredient of the clad steel tubing inner circumference section. For example, carbon steel and low alloy steel may carry out predetermined heat treatment defined by JIS. In this way, the desirable microstructure which recrystallized the periphery section and the inner circumference section of clad steel tubing is obtained.

[0007]

[Function] In this invention, the postheat treatment which carried out cold working or warm working of rolling, drawing, etc. is carried out recrystallization and for making it detailed and raising cold bending



nature in crystal grain, while making clad steel tubing into a long picture. Moreover, it is for equalizing clad steel wall thickness simultaneously and raising dimensional accuracy. Furthermore, since the high temperature strength of a base material and a building-up layer differs when between the colds or carrying out warm working carry out hot working, \*\* both are for not being processed into homogeneity and generating \*\* crack, without carrying out hot working in this invention. It is because it is rare for between the colds or warm working to be such. For this reason, 400 degrees C or less of working temperature are desirable. Moreover, in this invention, the thing with a plasma fine-particles build-up welding method desirable as a build-up welding method is from the ability of automatic welding for a plasma fine-particles build-up welding method to mix and use that there is little penetration to the element tube (base material) of a building-up metal, and two or more kinds of fine particles, and for the hardening alloy which cannot be fabricated in the form of that composite material is obtained easily, a wire, or a rod to be used as fine particles, and to be performed. Moreover, the thing with a hot-wire TIG arc welding process desirable as a build-up welding method is welded in an inert gas ambient atmosphere, and since an arc is soft and it is stable, a weld zone is quality and few good results of dilution of an element tube (base material) are obtained by the insertion method of a filler rod, and it is because the speed of travel is still earlier.

[0008]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

the element tube of STB340 with a diameter [ example 1 / of 55.6mm ], and a thickness of 7.3mm -- AlloyC-276 (0.007%C --) Build-up welding is carried out. 15.0%Cr, 69.0%nickel, and 15.5%Mo -- the plasma fine-particles building-up welding method -- 22mm of \*\*\*\* -- whenever [ post-processing ] -- 56% -- cold-rolling -- after [ of 1150 degrees C ] solution treatment -- 910 degrees C -- normalizing was carried out and clad steel tubing with the diameter of 38.1mm, a thickness [ of 6.6mm (thickness of 1.5mm of AlloyC-276) ], and a die length of 6000mm was obtained. The result is shown in the sample number 1 of a table 1. In addition, the cold bending trial of a table 1 was carried out at the room temperature bend-radii:76R and angle-of-bend:180 degree.

[0009] It carried out on the same conditions as an example 1 except having set the example 2 and 3 building-up alloy to Alloy625 (0.01%C, 22%Cr, 62%nickel, 9%Mo, 3.6%Nb) and Alloy825 (0.01%C, 21%Cr, 40%nickel, 3%Mo). The result is shown in the sample numbers 2 and 3 of a table 1.

The building-up of AlloyC-276 was carried out to the element tube of STBA24 of the same dimension as example 4 example 1, 1150-degree C solution treatment was similarly carried out after cold rolling, and 930-degree C tempering heat treatment of normalizing ->740 degree C was carried out. The result is shown in the sample number 4 of a table 1.

The building-up of AlloyC-276 was carried out to the element tube of SUS304 of the same dimension as example 5 example 1, and 1150-degree C solution treatment was similarly carried out after cold rolling. The result is shown in the sample number 4 of a table 1.

[0010] It carried out on the same conditions as an example 1 except having carried out solution treatment of 11050 degrees C of examples of a comparison, and having carried out 910-degree C normalizing. The result is shown in the sample number 6 of a table 1. Since recrystallization of the C-276 section of an outer layer was inadequate, it did not soften enough, but the crack occurred and cold bending nature was poor.

It carried out on the same conditions as examples 2 and 3 except having carried out the example 2 of a comparison, and 31050-degree C solution treatment, and having carried out 910-degree C normalizing. The result is shown in the sample numbers 7 and 8 of a table 1. Cold bending nature was poor like the example 1 of a comparison.

Solution treatment of 41050 degrees C of examples of a comparison was carried out, and 930-degree C tempering heat treatment of normalizing ->740 degree C was carried out on the same conditions as an example 4 except alias real almsgiving. The result is shown in the sample number 9 of a table 1. Cold bending nature was poor like the example 1 of a comparison.

[0011] It carried out on the same conditions as an example 5 except having carried out solution treatment of 51050 degrees C of examples of a comparison. The result is shown in the sample number

10 of a table 1. Cold bending nature was poor like the example 1 of a comparison. each element tube of six to example of comparison 9 carbon steel, alloy steel, and stainless steel -- AlloyC-276 and Alloy825 -- plasma fine-particles building-up soldering -- carrying out -- 3000mm -- clad steel tubing was carried out. Normalizing which is 930 degrees C since the weld zone is carrying out quench hardening of the clad steel tubing of the alloy steel of the example 7 of a comparison after welded overlay -> tempering heat treatment which is 740 degrees C was carried out. Examples of a comparison other than this are still welded overlay. Although anything of the bending work nature between the colds is good, clad steel wall thickness dimensional accuracy is bad in spite of short length clad steel tubing.

[0012] Table 1 [0013] Drawing 1 is the microphotography expanded to 400 times as many clad steel tubing of a sample number 1 as this, (a) shows the anticorrosion-alloy section of an outer layer, and (b) shows the carbon steel section of a inner layer. Drawing 2 R> 2 is the microphotography expanded to 400 times as many clad steel tubing of a sample number 6 as this, (a) shows the anticorrosion-alloy section of an outer layer, and (b) shows the carbon steel section of a inner layer. The microstructure of the sample number 1 of drawing 1 is the detailed microstructure which recrystallized the anticorrosion-alloy section of an outer layer, and the carbon steel section of a inner layer by 1150 degrees C solution treatment and 910-degree C normalizing processing. The microstructure of the sample number 6 of drawing 2 is the detailed microstructure which recrystallized the carbon steel section of a inner layer by 910-degree C normalizing processing. On the other hand, the solution treatment of recrystallization of 1050 degrees C of anticorrosion-alloy sections of an outer layer is inadequate, and it has become a welding + cold-working-hardening organization.

[0014] This invention of the ability of various change to be made in the range which does not change a summary is natural, without being limited to an example also in points other than the above.

[0015]

[Effect of the Invention] this invention -- a steel pipe -- an element tube -- carrying out -- anticorrosion or a heat-resistant alloy -- build-up welding -- carrying out -- clad steel tubing -- producing -- after that - - this clad steel tubing -- cold working -- or since warm working is carried out, it heat-treats further and clad steel tubing is manufactured, the following outstanding effectiveness is done so.

- (1) Clad steel tubing of the long picture which was excellent in high-temperature-corrosion-proof nature and bending nature can be manufactured cheap.
- (2) Long clad steel tubing can be manufactured, without using a large-sized welder.
- (3) Compared with heat tube-manufacturing material, dimensional accuracy and surface roughness improve and it becomes applicable about the nondestructive inspection of high degree of accuracy.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of welding clad steel tubing for boilers that made the steel pipe into the element tube, carried out build-up welding of anticorrosion or the heat-resistant alloy, produced clad steel tubing, and the high-temperature-corrosion-proof nature which carries out warm working and is characterized by cold working or heat-treating further above recrystallizing temperature, and bending nature were excellent in this clad steel tubing after that.

[Claim 2] The manufacture approach of welding clad steel tubing for boilers which was excellent in the high-temperature-corrosion-proof nature according to claim 1 characterized by anticorrosion or a heat-resistant alloy being a nickel-Cr-Mo radical system alloy, and bending nature.

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**